

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

(11) N° d publication : 2 773 847
(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

(21) N° d' nr gistrement national : 98 00502

(51) Int Cl⁶ : F 02 D 41/14, F 02 D 41/30

(12)

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

(22) Date de dépôt : 19.01.98.

(30) Priorité :

(71) Demandeur(s) : SAGEM Societe anonyme — FR.

(43) Date de mise à la disposition du public de la demande : 23.07.99 Bulletin 99/29.

(56) Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : Se reporter à la fin du présent fascicule

(60) Références à d'autres documents nationaux apparentés :

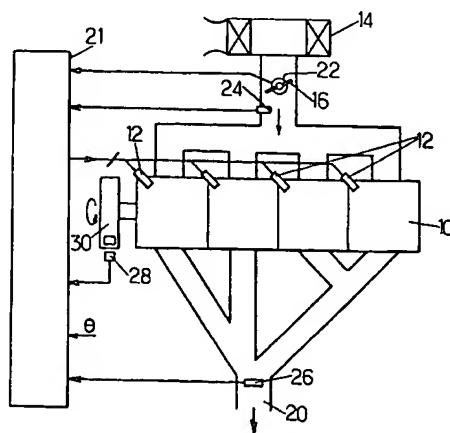
(72) Inventeur(s) : CARNEVALE CLAUDIO et HADJI MOURAD.

(73) Titulaire(s) :

(74) Mandataire(s) : CABINET PLASSERAUD.

(54) DISPOSITIF D'ESTIMATION DE RICHESSE DE SYSTEME D'INJECTION POUR MOTEUR A COMBUSTION INTERNE.

(57) Le dispositif d'estimation de la richesse du mélange admis dans chacune des n chambres de combustion d'un moteur ayant des injecteurs comprend un capteur (26) fournissant un signal de sortie à variation sensiblement linéaire avec la richesse, placé à un point de confluence des échappements des chambres et des moyens de calcul. Ces moyens mémorisent un modèle de comportement de l'échappement au point de confluence basé sur l'hypothèse que la richesse au point de confluence est une somme pondérée des contributions des échappements des chambres individuelles, le coefficient de pondération étant d'autant plus faible que la combustion dans la chambre est plus ancienne et estiment, après chaque passage au point mort haut, le rapport air/ combustible à partir des valeurs mesurées et du modèle. Le modèle de comportement comporte un sous-modèle particulier par chambre de combustion ayant, pour la chambre d'ordre i, un filtre de Kalman ayant une matrice de coefficients C_{ij} et une matrice de gains K_{ij} propre, i correspondant au numéro de chambre et j correspondant au numéro du coefficient de pondération.



DISPOSITIF D'ESTIMATION DE RICHESSE DE SYSTEME D'INJECTION
POUR MOTEUR A COMBUSTION INTERNE

5 L'invention concerne les systèmes d'injection du combustible dans les chambres de combustion d'un moteur à combustion interne, et notamment d'un moteur à allumage par étincelle ; elle concerne particulièrement des dispositifs permettant d'estimer le rapport air/combustible admis dans
10 les chambres de combustion utilisables dans de tels systèmes.

On connaît en particulier un dispositif permettant d'estimer la richesse du mélange admis dans chacune des n chambres de combustion (n étant un entier supérieur à 1 et généralement égal à 4, 6 ou 8) d'un moteur ayant des injecteurs d'injection dans les cylindres, comprenant :

15 - un capteur fournissant un signal de sortie à variation sensiblement linéaire avec la richesse, placé à un point de confluence des échappements des n chambres, et

20 - des moyens de calcul pour :

25 - mémoriser un modèle de comportement de l'échappement au point de confluence basé sur l'hypothèse que la richesse au point de confluence, ou le rapport air/combustible, est une somme pondérée des contributions des échappements des chambres individuelles, le coefficient de pondération étant d'autant plus faible que la combustion dans la chambre est plus ancienne, et

30 - estimer, après chaque passage au point mort haut, le rapport air/combustible à partir des valeurs mesurées et du modèle.

Un tel dispositif est par exemple décrit dans le brevet US 5 548 514 ou dans le document EP-A-0 719 922, auxquels on pourra se reporter.

35 Un tel dispositif est notamment utilisable dans un système d'injection du genre montré schématiquement en

figure 1. Le schéma montre un moteur 10 à $n=4$ chambres de combustion, munies chacune d'un injecteur 12. L'air admis à travers un filtre 14 traverse un corps de papillon 16 avant d'arriver à un collecteur d'admission 18. Les gaz d'échappement sortent des chambres par des tubulures individuelles qui se raccordent en un point de confluence vers un collecteur d'échappement 20.

Les quantités de combustible fournies à chaque cylindre à des instants d'injection sont fixées par un calculateur 21 à partir de paramètres de fonctionnement qui peuvent notamment comporter :

- la position angulaire du papillon 16, mesurée par un capteur 22,
- la pression dans le collecteur d'admission, mesurée par un capteur 24,
- la température θ de l'eau de refroidissement et/ou des gaz d'échappement, et
- le signal de sortie d'un capteur de mesure de richesse 26, placé au point de confluence.

Les instants d'injection sont fixés avec une avance par rapport au passage au point mort haut de chaque chambre de combustion, en utilisant un signal de synchronisation fourni par un capteur 28 placé en face du volant 30 du moteur 10.

Un modèle simple de représentation de la richesse mesurée au point de confluence consiste à associer, à la mesure faite par le capteur 26 à plusieurs passages successifs des chambres de combustion au point mort haut, un coefficient de pondération qui est uniquement fonction de l'ancienneté du passage dans le cycle de fonctionnement du moteur. L'entrée du modèle est la richesse admise à la chambre de combustion qui vient de passer au point mort haut (cylindre courant). Les bouffées d'échappement vers le point de confluence sont combinées entre elles pour représenter le mélange des gaz.

Il existe d'autre part une dispersion de caractéristi-

ques entre les injecteurs, de sorte qu'une injection de même durée déterminée ne correspond pas aux mêmes quantités de combustible injecté dans les différentes chambres.

5 Dans le cas par exemple de quatre chambres de combustion, on affecte au capteur un vecteur de coefficients C_i avec $i=\{1,2,3,4\}$, C_4 correspondant au cylindre courant et les autres coefficients, plus faibles, correspondant aux autres cylindres, dans l'ordre inverse d'allumage.

10 Cette solution n'est en fait pas totalement satisfaisante, du fait que les tuyauteries d'échappement sont généralement asymétriques.

15 La présente invention vise notamment à fournir un dispositif d'estimation répondant mieux que ceux antérieurement connus aux exigences de la pratique, du fait qu'il réduit très notablement l'incidence des asymétries et, dans le cas précisément d'asymétrie, l'invention améliore la correction des dispersions de caractéristiques des injecteurs.

20 Dans ce but l'invention propose notamment un dispositif dans lequel le modèle de comportement comporte un sous-modèle particulier par chambre de combustion ayant, pour la chambre d'ordre i , un filtre de Kalman ayant une matrice $m \times n$ de coefficients C_{ij} et une matrice de gains K_{ij} propres, i étant égal à $\{1, \dots, n\}$ correspondant au numéro 25 de chambre et j correspondant au numéro de coefficient de pondération, ici de 1 à m . Autrement dit, l'invention propose un modèle différent pour chaque chambre i , défini par un jeu $\{j\}$ de m coefficients, m pouvant d'ailleurs être égal à n .

30 Un tel dispositif, qui permet d'écartier l'effet d'asymétrie d'échappement, présente au surplus l'avantage de réduire très considérablement l'effet des dispersions de caractéristiques entre les injecteurs et en conséquence d'autoriser l'emploi d'injecteurs présentant un usinage 35 moins précis.

Le modèle peut être représenté par une ou plusieurs matrices $(C_{ij})^l$ correspondant chacune à une zone de fonctionnement l du moteur déterminée par un ou plusieurs paramètres parmi le domaine de charge, la température des gaz d'échappement, la température de l'eau de refroidissement, la vitesse du moteur et la pression dans le collecteur d'admission.

La matrice choisie peut également dépendre de la richesse de consigne donnée par le calculateur et qui peut dépendre des conditions de fonctionnement du moteur selon les contraintes sur la pollution ou l'agrément de conduite.

Les caractéristiques ci-dessus ainsi que d'autres apparaîtront mieux à la lecture de la description qui suit d'un mode particulier de réalisation, donné à titre d'exemple non limitatif. La description se réfère aux dessins qui l'accompagnent, dans lesquels :

la figure 1, déjà mentionnée, montre schématiquement les éléments d'un moteur concernés par l'invention ;

la figure 2 est un schéma synoptique, montrant les sous-ensembles principaux d'un dispositif suivant l'invention, et fonction de ces sous-ensembles pouvant être réalisé par voie matérielle ou par voie logicielle ;

la figure 3 est un schéma fonctionnel de moyens de compensation du retard de mesure introduit par le capteur de richesse ;

la figure 3A indique des courbes de réponse type des moyens de la figure 3 ;

la figure 3B montre une courbe de réponse en phase en fonction de la fréquence ;

la figure 4 est un schéma fonctionnel de moyens d'acquisition synchrone des richesses, chambre de combustion par chambre de combustion ;

la figure 5 est un schéma de moyens de correction de richesse.

la figure 6 montre un bloc de gestion d'erreur de

richesse incorporant les moyens de la fig. 5.

Le dispositif suivant l'invention présente la constitution de principe montrée en figure 2. La plupart des fonctions sont remplies par le calculateur 21. Toutefois 5 certaines d'entre elles, et notamment des fonctions de filtrage de caractéristiques fixes, peuvent être réalisées sous forme analogique par des circuits câblés.

Le dispositif comporte un compensateur 32 destiné à compenser le retard introduit par le capteur 26. Des moyens 10 34 d'acquisition synchrone des richesses peuvent être regardés comme ayant un observateur 36 à filtrage de Kalman et des moyens de correction 38 fournissant en sortie les rapports air/combustible admis aux chambres au cours du cycle qui vient de s'écouler. Pour affecter les richesses 15 aux chambres appropriées, les moyens de correction reçoivent un signal de synchronisation constitué par la sortie du capteur 28 suivi d'un circuit 40 de division modulo n, ici égal à 4.

La synchronisation doit être initialisée, le capteur 28 20 ne permettant pas de savoir quelle chambre de combustion vient de passer au point mort haut. Cette initialisation peut s'effectuer par diverses méthodes connues.

Enfin, des moyens de gestion 42 déterminent les durées 25 d'ouverture des injecteurs 12 à partir d'informations élaborées par le calculateur 21, constitué par exemple par le débit d'air admis et par la richesse requise, et à partir des corrections fournies par les moyens 38.

Le modèle permettant aux moyens d'acquisition synchrone 30 34 de déterminer la richesse du mélange admis à chaque chambre repose sur les mesures fournies par le capteur unique 26 situé au point de confluence. Il est important de disposer, après chaque passage au point mort haut, d'une mesure représentative de la richesse alors qu'une chambre de combustion vient juste de passer au point mort. Or les 35 capteurs habituels, du fait notamment qu'ils comportent un

capot percé de protection de la sonde, introduisent un retard de mesure.

On connaît déjà divers montages destinés à compenser le retard de mesure. Toutefois il est avantageux d'utiliser les 5 moyens de compensation schématisés en figure 3, qui sont applicables non seulement aux moyens d'acquisition synchrone qui sont décrits plus loin, mais aussi à des moyens d'acquisition synchrone de tout autre type antérieurement connu.

10 La stratégie adoptée est représentée fonctionnellement sur la figure 3. Le signal provenant de la sonde est soumis à un filtrage passe haut 43 dont les caractéristiques tiennent compte de la constante de temps τ du capot du capteur de plusieurs dizaines de ms. Pour que le filtrage soit 15 stable, la valeur prise en compte dans le filtre passe haut sera liée à la constante de temps la plus faible parmi toutes celles que l'on peut rencontrer aux diverses conditions de fonctionnement du moteur.

20 Le filtrage passe haut 43 amplifie le bruit qui est atténué ou éliminé par une boucle de contre-réaction comprenant un filtrage passe bas 44, un additionneur 46 recevant la sortie du filtrage passe bas et un signal d'entrée et une soustraction 48.

25 On obtient ainsi des informations de richesse mesurées et compensées qui peuvent être stockées dans une mémoire vive 50, pouvant éventuellement être organisée en registre à décalage.

30 Dans la pratique, les fonctions représentées en figure 3 seront implémentées de façon numérique. Le courant de sortie du capteur 26 est échantillonné, à une cadence qui peut être de l'ordre de 2 ms. Le filtrage dans son ensemble peut être prévu pour implémenter une fonction d'inversion de la forme :

$$35 G(s) = [1 + \text{capot}^{-1}(s) \cdot \text{Passe bas}(s)] / [1 + \text{passe bas}(s)]$$

Dans cette expression, la fonction d'inversion

capot⁻¹(s) peut être de la forme suivante, β désignant un pôle :

5

$$Capot^{-1}(s) = \tau \times \beta \times \frac{1}{s + \frac{\tau}{\beta}}$$

10 Les filtrages passe haut et passe bas introduisent des gains et sont prévus pour que ces gains varient en fonction de la fréquence suivant des lois qui peuvent être celles indiquées respectivement par les courbes en traits pleins et en traits mixtes de la figure 3A. Le filtrage passe bas pourra être simplement du premier ordre.

15 La compensation étant assurée sous forme numérique, sur des valeurs discrètes, on peut se borner à effectuer une transformation d'Euler.

On peut utiliser les notations habituelles :

20 $x(k)$:variable d'état
 $u(k)$:valeur mesurée
 $y(k)$:valeur de sortie
 k :instant considéré (échantillonnage 2 ms par exemple)
la fonction d'inversion du capot est :

25

$$\begin{cases} x(k+1) = (1-\beta) \cdot x(k) + \beta(1-\tau \cdot \beta) \cdot u(k) \\ y(k) = x(k) + \tau \cdot \beta \cdot u(k) \end{cases}$$

et le filtrage passe-bas devient :

30

$$\begin{cases} x(k+1) = (1 - \theta) \cdot x(k) + \theta \cdot u(k) \\ y(k) = x(k) \end{cases}$$

35 Dans la seconde formule, θ désigne le gain de filtrage passe bas, destiné à écarter le bruit haute-fréquence généré ou amplifié par le filtrage passe-haut d'inversion.

A la sortie du compensateur 32, on dispose d'une carte des richesses qui permet de retrouver les richesses instantanées en fonction du signal compensé instantané.

5 Les richesses ainsi mesurées et compensées sont utilisées comme entrées pour l'observateur 36 à filtrage de Kalman.

10 A l'heure actuelle, ce filtrage de Kalman est généralement effectué en adoptant le même gain de Kalman et les mêmes coefficients de pondération quelle que soit la chambre de combustion pour laquelle on veut déterminer la richesse.

15 Suivant un aspect de l'invention, on détermine un gain K_{ij} de Kalman optimal d'anticipation et un jeu de coefficients C de pondération pour chacune des chambres de combustion.

20 Le schéma fonctionnel de l'observateur peut alors être celui représenté schématiquement en figure 4. Cet observateur peut être considéré comme constitué de $n=4$ observateurs élémentaires.

25 Chacun de ces observateurs élémentaires peut avoir une constitution relativement classique. Le calcul permettant par exemple de déterminer la richesse du cylindre 1 correspond à l'orientation de commutateurs 52 donnée en figure 4, les commutateurs étant en fait constitués par un programme permettant d'effectuer la permutation des gain et coefficients en vue du calcul.

30 Les mesures successives $y_{mes}(k)$ au point de confluence sont accumulées en 54 et traitées par un opérateur z^{-1} en 56 dont la sortie est ramenée, par une boucle 58 de gain A, à l'accumulation 54.

35 Les données obtenues à l'issue des points morts hauts de $n=4$ cycles successifs sont multipliées par les coefficients de pondération (C_{ij}) correspondant au cylindre i . La valeur $y_{est}(k)$ obtenue à la sortie 60 est représentative de la richesse estimée au point de confluence. Elle est réintroduite dans un soustracteur d'entrée 62, de façon à générer

un signal d'erreur $e(k)$ qui est appliqué à l'entrée du filtrage de Kalman.

5 Les équations représentatives de l'estimation, pour un cylindre donné, sont alors les suivantes, avec les notations utilisées sur la figure 4 et si $X(k)$ désigne la variable d'état.

10

$$e(k) = y_{mes}(k) - y_{est}(k)$$

$$E_{KALMAN}(k) = G_{KALMAN} \otimes e(k)$$

$$\begin{cases} X(k+1) = A \otimes X(k) + E_{KALMAN}(k) \\ y_{est}(k) = C \otimes X(k) \end{cases}$$

15

$$\text{avec } A = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

20

Les coefficients de pondération C_{ij} peuvent être obtenues expérimentalement par identification au moyen d'un banc de mesure utilisant un jeu de sondes capable de mesurer les richesses sur chaque tubulure et la richesse au point de confluence.

25

La richesse du cylindre courant est alors disponible à la sortie 64 de l'accumulateur 54.

30

Pour un même cylindre, on prévoira souvent plusieurs ensembles ayant chacun un gain de Kalman K_{ij} et un jeu de coefficients de pondération C_{ij} , chaque ensemble étant affecté à une zone particulière de fonctionnement du moteur.

L'élaboration des corrections peut s'effectuer suivant le schéma fonctionnel de la figure 5. Les moyens de correction reçoivent, en tant qu'entrées :

35

le signal de richesse mesurée et compensée, au point de confluence, provenant de la mémoire 50,

des signaux indiquant la richesse estimée du cylindre courant, provenant de la sortie 64 de l'observateur,

et le signal de synchronisation provenant du diviseur 40 modulo 4.

5 La correction de richesse à apporter à un cylindre à déterminer est calculée sous forme d'un produit de deux termes,

10 un terme $1+\lambda_g$, λ_g étant un pourcentage de correction générale portant sur la richesse mesurée au point de conflue,

un terme $1+\lambda_i$, particulier au cylindre d'ordre i dans lequel l'injection va être commandée.

15 Le premier terme est élaboré à partir d'un signal d'erreur fourni par un soustracteur 66 qui reçoit d'une part un signal représentatif de la consigne de richesse (qui dépend des conditions de fonctionnement du moteur) et d'autre part le signal de sortie provenant de la mémoire 50. Un module 68 de gestion d'erreur élabore un terme correctif, qui est traité par un filtre proportionnel-intégral 70 destiné à stabiliser le système. On obtient ainsi λ_g .

20 Les termes λ_i sont élaborés chacun à l'aide d'un soustracteur 72 qui reçoit d'une part le signal de sortie 64 modulo 4, élaboré par un commutateur 5, et d'autre part un signal de consigne de richesse propre au cylindre.

25 Ce signal de consigne de richesse peut être le même pour tous les cylindres. La consigne de richesse pourrait aussi être différente suivant le cylindre.

30 Le signal d'erreur obtenu est soumis encore à un filtrage proportionnel-intégral 74, dit PI, pour obtenir un terme correcteur λ_i . Un circuit 76 permettra d'élaborer le produit $(1+\lambda_i)(1+\lambda_g)$ qui constitue un facteur de correction sur la durée d'injection du cylindre i .

35 Le filtrage PI a un rôle de compensation du temps de parcours des gaz entre les points d'injection et le point de conflue.

Le module 68 de gestion d'erreur de richesse a notamment pour rôle de rendre plus rapide les commutations du capteur en agissant sur l'erreur injectée dans le filtre PI 70. Il introduit, en plus d'une amplification de l'erreur de richesse, une hystérésis ne provoquant un basculement du capteur qu'au delà de la stoechiométrie lorsqu'on va vers un mélange riche, en deça de la stoechiométrie lorsqu'on revient vers un mélange pauvre. Au delà des basculements, le module de gestion a une réponse sensiblement proportionnelle.

10

Les facteurs de gain proportionnel K_p et intégral K_i des filtres de correction 74 sont choisis en fonction du retard de parcours entre les injecteurs et le capteur de richesse, compté en nombre de PMH.

15

K_p sera généralement inférieur à 1 pour atténuer les hautes fréquences.

K_i peut être de la forme :

$$K_i = K_p \times P \times (2/\text{temps de retard})$$

20

pour un moteur à 4 cylindres. P est une constante ajustable pour régler la dynamique.

25

Enfin, le circuit de gestion 42 (figure 2) permet, à partir d'un signal d'entrée 78 indiquant la quantité d'air admise au cylindre et du terme correcteur reçu des moyens 36, de modifier un temps d'injection de base correspondant à la consigne de richesse pour fixer le temps d'ouverture de chacun des injecteurs 12 et commander l'injecteur. Ce circuit peut en fait comprendre une partie numérique de calcul incorporée au calculateur 21 et une partie analogique et de puissance élaborant le courant pulsé d'alimentation des injecteurs.

30

Le circuit de gestion de richesse peut correspondre au synoptique de la figure 6. La consigne de richesse pour l'injecteur i est appliquée à l'entrée 80 et multipliée par un signal 82 représentatif de la quantité d'air admise. Le produit est multiplié par le gain de l'injecteur en 84 pour

35

obtenir un temps d'injection de base T_i . Dans le module 86, le signal de correction fourni par les moyens de la figure 5 est utilisé pour fournir $T_i (1+\lambda_i) (1+\lambda_g)$

5 L'établissement du modèle exige de déterminer les coefficients de pondération pour un moteur donné. Cette détermination peut être faite sur un banc d'essai en équipant temporairement le moteur de sondes de richesse à la sortie de chaque cylindre, en plus du capteur définitif.

10 La stratégie d'établissement de la consigne de richesse, à partir du démarrage à fond, mémorisée dans le calculateur 21, peut être la suivante.

15 - immédiatement après lancement du moteur, richesse supérieure à la stoechiométrie permettant une fin de démarrage et un départ optimal, la richesse étant fonction de la température du liquide de refroidissement est d'autant plus important que la température est basse.

20 - à la fin d'une période initiale (21 secondes par exemple) calcul d'un rapport R/combustible correspondant à une "limite" pauvre et de la durée d'un palier de maintien à cette valeur, uniquement en fonction de la température du liquide de refroidissement (supposée représentative de l'état du catalyseur)

25 - décroissance quasi exponentielle vers la limite pauvre, pour réduire la pollution, suivie d'un palier

- à l'issue du palier, au cours duquel il y a réchauffement du catalyseur, remontée vers la stoechiométrie, suivant une loi qui peut être linéaire pour assurer un bon agrément de conduite, la pente de croissance étant calibrable.

REVENDICATIONS

1 - Dispositif d'estimation de la richesse du mélange
5 admis dans chacune des n chambres de combustion (n étant un entier supérieur à 1) d'un moteur ayant des injecteurs d'injection dans les cylindres, comprenant :

10 - un capteur (26) fournissant un signal de sortie à variation sensiblement linéaire avec la richesse, placé à un point de confluence des échappements des n chambres, et
- des moyens de calcul pour :

15 - mémoriser un modèle de comportement de l'échappement au point de confluence basé sur l'hypothèse que la richesse au point de confluence, ou le rapport air/combustible, est une somme pondérée des contributions des échappements des chambres individuelles, le coefficient de pondération étant d'autant plus faible que la combustion dans la chambre est plus ancienne, et

20 - estimer, après chaque passage au point mort haut, le rapport air/combustible à partir des valeurs mesurées et du modèle.

25 caractérisé en ce que le modèle de comportement comporte un sous-modèle particulier par chambre de combustion ayant, pour la chambre d'ordre i , un filtre de Kalman ayant une matrice $m.n$, de coefficients C_{ij} et une matrice de gains K_{ij} propre, i étant égal à $\{1, \dots, n\}$ et correspondant au numéro de chambre et j allant de 1 à m et correspondant au numéro du coefficient de pondération.

30 2 - Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que chaque sous-modèle est affecté de plusieurs jeux de matrice et gain correspondant chacun à des zones de fonctionnement du moteur déterminées par un ou plusieurs paramètres parmi le domaine de charge, la température des gaz d'échappement, la température de l'eau de refroidissement, 35 la vitesse du moteur et la pression dans le collecteur

d'admission.

3 - Dispositif selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que le capteur de richesse comprend, en plus d'une sonde (26) placée au point de confluence, des moyens de compensation du retard de réponse de la sonde, comprenant un filtre passe-haut (42) suivi d'une boucle de contre-réaction ayant un filtre passe-bas (44), un additionneur (46) recevant la sortie du filtre passe-bas et le signal d'entrée provenant de la sonde et un soustracteur (48) recevant le signal de sortie de l'additionneur et le signal de sortie du filtre passe-haut, alimentant le filtre passe-bas.

4 - Dispositif selon la revendication 3, caractérisé en ce que les moyens de compensation sont numériques, en ce que les fonctions de filtrage passe-haut sont de la forme :

15

$$\begin{cases} x(k+1) = (1 - \beta) \times x(k) + \beta(1 - \tau \cdot \beta) \times u(k) \\ y(k) = x(k) + \tau \cdot \beta \times u(k) \end{cases}$$

tandis que le filtrage passe-bas est de la forme :

20

$$\begin{cases} x(k+1) = (1 - \theta) \times x(k) + \theta \times u(k) \\ y(k) = x(k) \end{cases}$$

ou

25 $x(k)$: variable d'état
 $u(k)$: valeur mesurée
 $y(k)$: valeur de sortie
 k : instant considéré
 θ = gain de filtrage passe-bas
 30 β = pôle du filtre
 5 - Système d'injection du combustible dans les chambres de combustion d'un moteur à combustion interne, comprenant :
 - un dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 4,
 35 - un module de gestion d'erreur de richesse recevant le

signal de sortie du capteur de richesse et le soumettant à un filtrage proportionnel-intégral, pour former un terme de correction général λ_g ,

5 un filtre (74) ajustable affecté à chaque chambre de combustion, recevant la différence entre la sortie des moyens d'estimation correspondant à ladite chambre et une consigne propre au cylindre, de façon à fournir un facteur de correction λ_i propre à la chambre,

10 un multiplicateur (76) fournissant le produit de $(1 + \lambda_g)$ et $(1 + \lambda_i)$,

et un circuit de gestion commandant les injecteurs à partir d'un signal représentant la quantité d'air aspiré et de la sortie du multiplicateur.

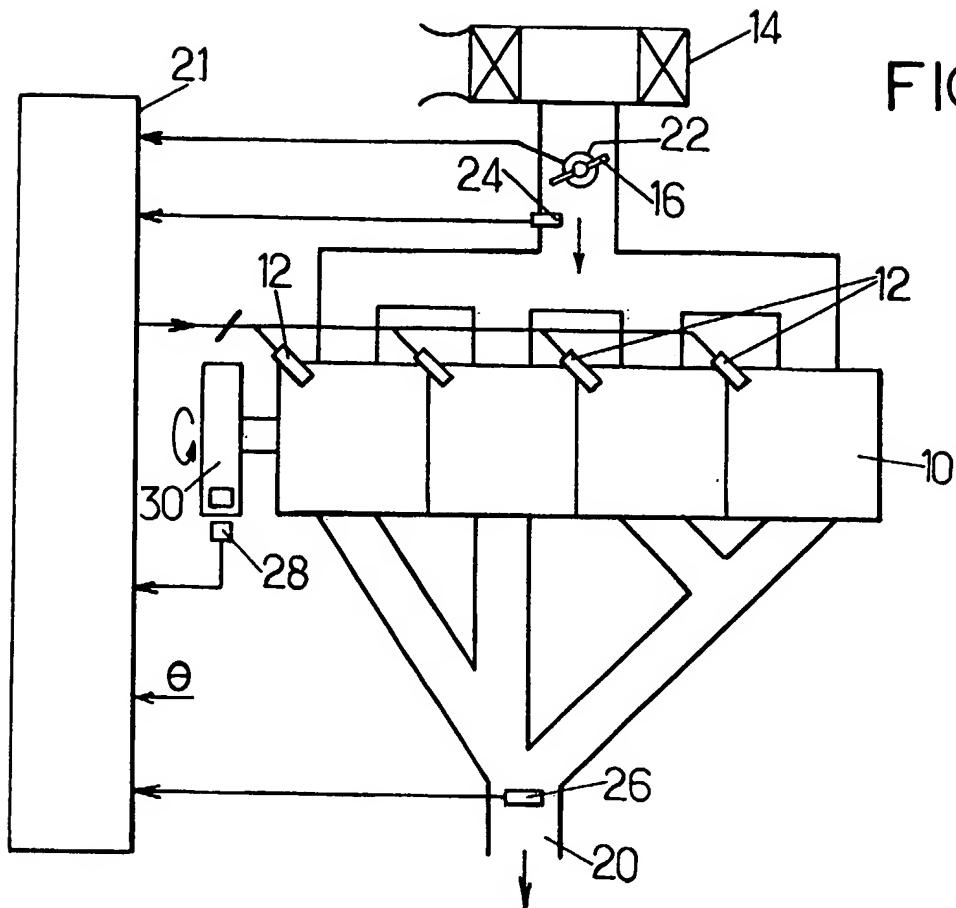


FIG.1.

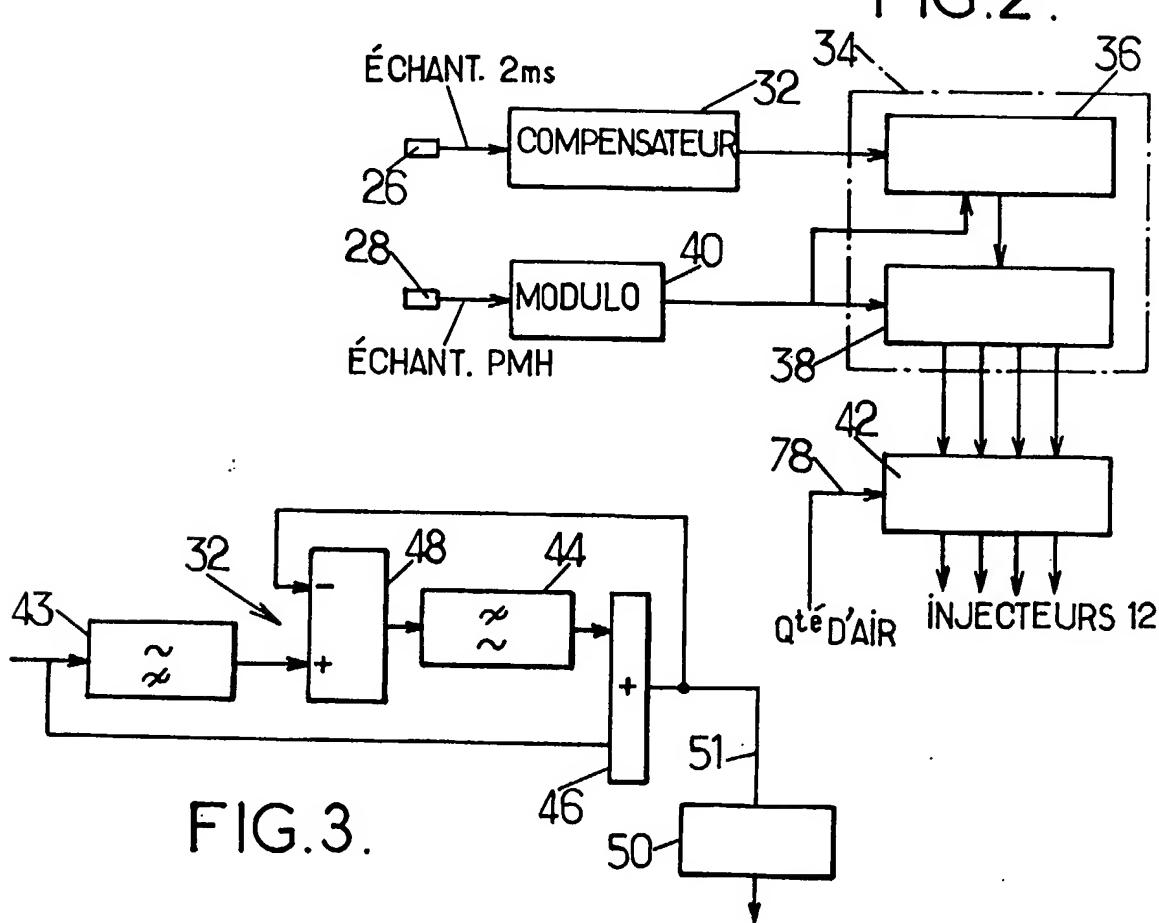


FIG. 3.

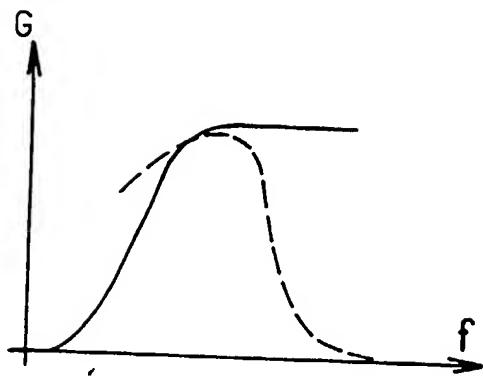


FIG.3A.

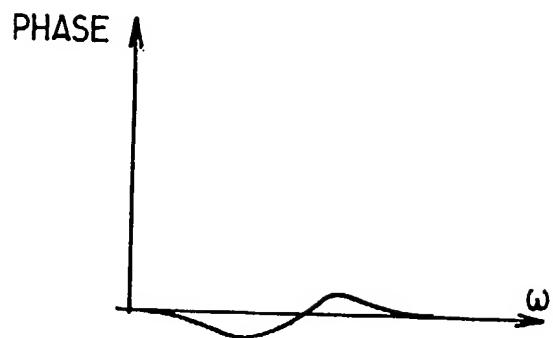


FIG.3B.

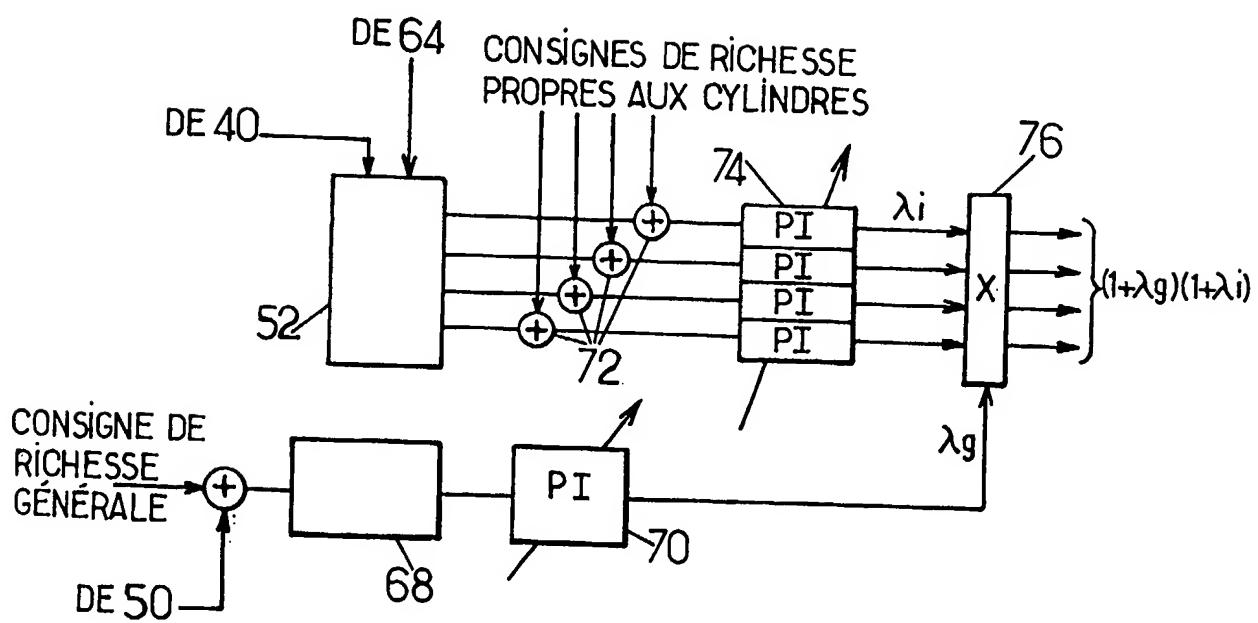


FIG.5.

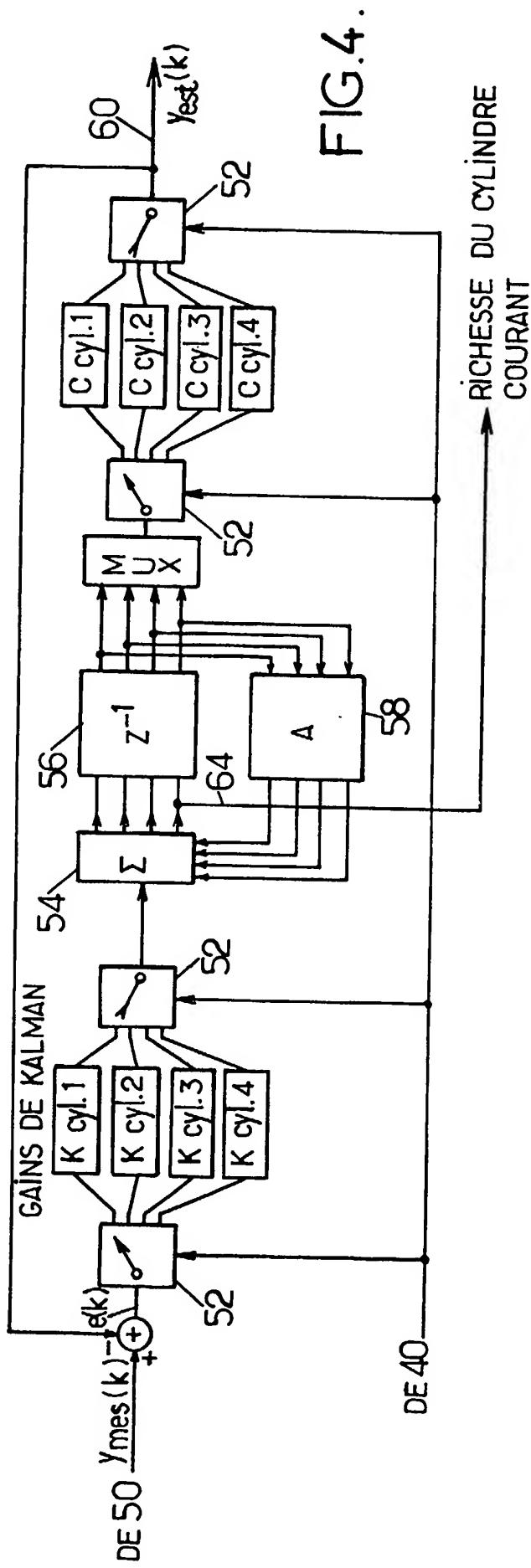


FIG. 4.

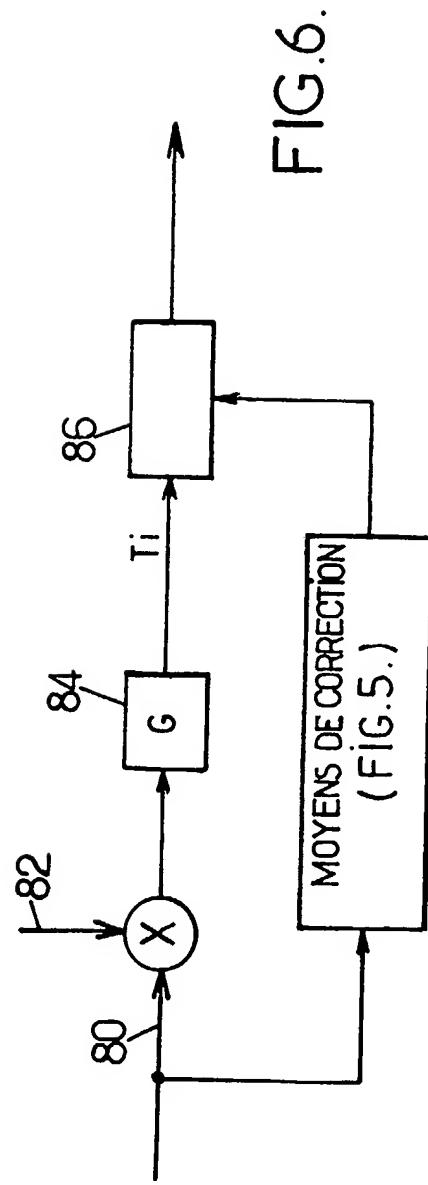


FIG. 6.

INSTITUT NATIONAL
de la
PROPRIETE INDUSTRIELLE

RAPPORT DE RECHERCHE
PRELIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement
national

FA 555015
FR 9800502

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
A	WO 95 06295 A (MOTOROLA INC) 2 mars 1995 * page 4, ligne 12 - page 6, ligne 5 * * page 7, ligne 20 - page 8, ligne 34 * * page 13, ligne 19 - page 18, ligne 9 * * page 22, ligne 3 - page 24, ligne 27 * * page 48, ligne 5 - ligne 22 * ---	1-3
A	EP 0 553 570 A (HONDA MOTOR CO LTD) 4 août 1993 * page 4, ligne 56 - page 5, ligne 30 * * page 6, ligne 23 - page 8, ligne 55 * * page 11, ligne 18 - page 12, ligne 3; figures * ---	1-3,5
A	EP 0 688 945 A (HONDA MOTOR CO LTD) 27 décembre 1995 * page 3, ligne 1 - ligne 34 * * page 4, ligne 37 - page 15, ligne 26 * ---	1-5
D, A	EP 0 670 419 A (HONDA MOTOR CO LTD) 6 septembre 1995 * le document en entier * -----	1-3
		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.CL.6)
		F02D
1	Date d'achèvement de la recherche 14 octobre 1998	Examinateur Moualed, R
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		
T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant		
EPO FORM 1503 03.82 (P04/C13)		